

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-175408

(43)Date of publication of application : 24.06.2003

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

B23B 27/20

(21)Application number : 2002-371569

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 22.11.2000

(72)Inventor : KANEDA YASUYUKI  
YAMANAKA KAZUFUMI

(30)Priority

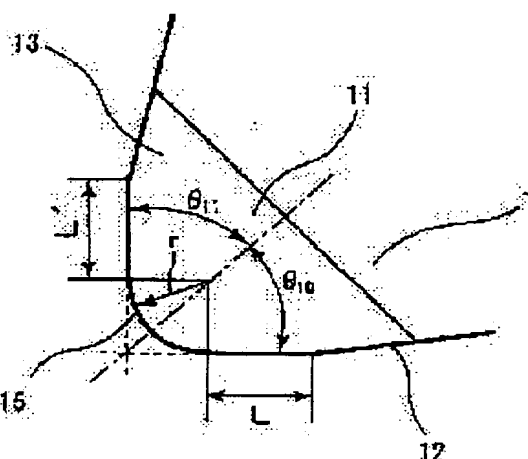
Priority number : 11334344 Priority date : 25.11.1999 Priority country : JP

## (54) POLYCRYSTAL HARD SINTERED BODY THROW-AWAY TIP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a throw-away tip using polycrystal hard sintered body, capable of attaining low surface roughness of a finished surface and having high accuracy of finishing dimensions.

SOLUTION: A cutting blade is formed of polycrystal hard sintered body containing 20 vol.% or more cubic boron nitride, the radius of curvature of the section of a cutting blade ridge line part ranges from 5  $\mu\text{m}$  to 30  $\mu\text{m}$ , a tool flank 12 and a tool cutting face or a negative land surface are smoothly connected with the above radius of curvature of section, and the surface roughness of a cutting blade ridge line part 15 ranges from 0.1  $\mu\text{m}$  to 1.0  $\mu\text{m}$  as the average roughness (Rz) of ten points. A straight blade is formed so that a pair of straight cutting blades L, L' directed from each terminal end of the nose radius r of the polycrystal hard sintered body toward the side of the throw-away tip respectively have a length ranging from 0.2 to 0.6 mm, and the angle made between a straight line bisecting the nose radius part and the straight line cutting blades, respectively, is  $42^\circ \leq \theta_{10}, \theta_{11} \leq 45^\circ$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-175408  
(P2003-175408A)

(43) 公開日 平成15年6月24日 (2003.6.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup> B 2 3 B 27/14  27/20	識別記号	F I B 2 3 B 27/14  27/20	テーマコード(参考) C 3 C 0 4 6 B
---	------	-----------------------------------	--------------------------------

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-371569(P2002-371569)  
(62) 分割の表示 特願2000-355719(P2000-355719)の  
分割  
(22) 出願日 平成12年11月22日 (2000. 11. 22)  
  
(31) 優先権主張番号 特願平11-334344  
(32) 優先日 平成11年11月25日 (1999. 11. 25)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

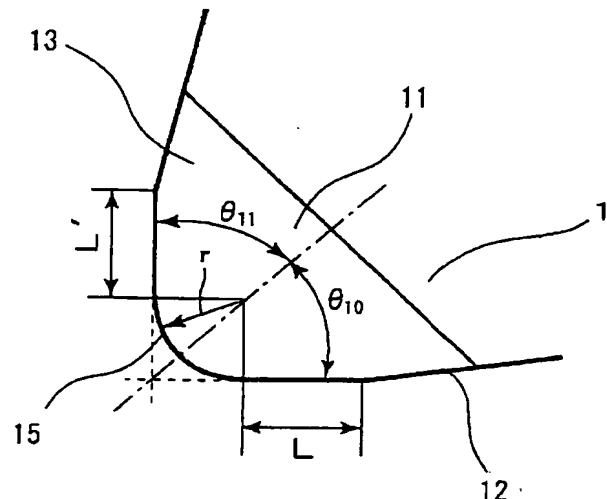
(71) 出願人 000002130  
住友電気工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
(72) 発明者 金田 泰幸  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
(72) 発明者 山中 一史  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
(74) 代理人 100072844  
弁理士 萩原 亮一 (外3名)  
Fターム(参考) 3C046 CC01 FF35 HH04

(54) 【発明の名称】 多結晶硬質焼結体スローウェイチップ

(57) 【要約】

【課題】 加工仕上げ面の面粗さが小さくかつ、仕上げ加工寸法の精度が高い、多結晶硬質焼結体を用いたスローウェイチップを提供する。

【解決手段】 切刃が立方晶窒化硼素を20容量%以上含有する多結晶硬質焼結体からなり、切刃稜線部の断面曲率半径が $5\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下であり、工具逃げ面12と、工具すくい面13又はネガランド面が上記の断面曲率半径でなめらかにつながり、切刃稜線部15の表面粗さが十点平均粗さ(Rz)で $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $1.0\mu\text{m}$ 以下であり、前記多結晶硬質焼結体のノーズ半径rの終端それぞれから、スローウェイチップの側面に向い、該ノーズ半径rに接続される一対の直線切刃L、L'が、それぞれ $0.2\sim 0.6\text{mm}$ の範囲内の長さを有し、該ノーズ半径部を2等分する直線と該直線切れ刃それぞれとの成す角度が $42^\circ \leq \theta_{10}, \theta_{11} \leq 45^\circ$ である直線刃を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 切刃が立方晶窒化硼素を 20 容量%以上含有する多結晶硬質焼結体からなり、切刃稜線部の断面曲率半径が  $5\mu\text{m}$  以上、 $30\mu\text{m}$  以下であり、工具逃げ面と、工具すくい面又はネガランド面が上記の断面曲率半径でなめらかにつながり、切刃稜線部の表面粗さが十点平均粗さ ( $R_z$ ) で  $0.1\mu\text{m}$  以上、 $1.0\mu\text{m}$  以下であり、前記多結晶硬質焼結体のノーズ半径  $r$  の終端それぞれから、スローアウェイチップの側面に向い、該ノーズ半径  $r$  に接続される一対の直線切刃が、それぞれ

$0.2 \sim 0.6\text{mm}$  の範囲内の長さを有し、該ノーズ半径部を 2 等分する直線と該直線切れ刃それぞれとの成す角度が  $42^\circ \leq \theta_{10}$ 、 $\theta_{11} \leq 45^\circ$  である直線刃が形成されていることを特徴とする旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップ。

【請求項 2】 前記工具すくい面、またはネガランド面の表面粗さが十点平均粗さ ( $R_z$ ) で  $0.1\mu\text{m}$  以上、 $0.5\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、請求項 1 記載の旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップ。

【請求項 3】 前記工具逃げ面と工具すくい面、または工具逃げ面とネガランド面とのなす工具刃先くさび角が、 $65^\circ$  以上、 $125^\circ$  以下であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップ。

【請求項 4】 前記多結晶硬質焼結体が、立方晶窒化硼素を 20 容量%以上含有し、その平均粒子径が  $0.01\mu\text{m}$  以上、 $5\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップ。

【請求項 5】 前記多結晶硬質焼結体が超合金製の工具母材に接合されていることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は立方晶窒化硼素を含有し、刃先処理された切刃を有する旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 微細な立方晶窒化硼素粉末を種々の結合材を用いて焼結した材料は、高硬度の鉄族金属や鋳鉄の

切削に対して優れた性能を示す。特に高い硬度を有する焼入鋼材料の加工においては、立方晶窒化硼素焼結体工具を用いて加工した場合、研削加工並の仕上げ面粗さと、加工寸法精度が得られる。このため、焼き入れ鋼の切削加工の一部は、従来の砥石を用いた研削加工から立方晶窒化硼素焼結体工具を用いた切削加工に置き換えられている。

【0003】 最近では、この動きが更に進み従来研削加工でしか加工不可能とされていた高精度を要する加工分野を、切削加工に置き換えたいという要望が特に強くなってきた。立方晶窒化硼素を含有する工具の切削対象は、焼き入れ鋼や鋳鉄などの硬い材料である。この材料を切削加工で鏡面に近い仕上げ面にするのは従来ほとんど発想されなかった。ここで言う加工精度とは、切削面の表面粗さと、真円度などの寸法精度である。

【0004】 これに対して、精密切削加工の最も進んでいるのは、単結晶ダイヤモンドを用いた非鉄金属の切削加工である。主な利用分野は、メモリーディスクの基板、ポリゴンミラーなどのアルミニウム系合金の加工である。最近では、この単結晶をより安価で加工しやすい多結晶ダイヤモンドで置き換えようとする動向にある。多結晶ダイヤモンド工具では、結晶界面の段差などにより切刃稜に大きな凹凸が形成されると、逃げ面、すくい面を研磨しても凹凸を除去できない。この凹凸が研磨された面に残り、被削材に転写されるので高精度の加工が出来ないという課題があった。

【0005】 特開平 6-190610 号公報に記載されている多結晶ダイヤモンド切削工具の場合は、刃先を面取りすることでこの課題が解決されている。すなわち、多結晶ダイヤモンドを用いたチップの切刃の逃げ面を研磨痕のない研磨面に形成し、その切り刃稜に研磨加工によって微少幅の面取りを施し、切り刃稜を平滑にする技術が開示されている。しかしながら、多結晶ダイヤモンド工具は、ダイヤモンドを構成する炭素と鋼とが反応するので、焼き入れ鋼や鋳鉄の切削加工に用いることが出来ない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 以上のような従来技術の課題に鑑み、本発明は、焼き入れ鋼などを切削加工したとき、切削面の表面粗さを  $R_z$  で  $1.6\mu\text{m}$  以下、例えば真円度を  $3\mu\text{m}$  以下の寸法精度に高めようとするものである。このような用途としては、直径約  $30\text{mm}$  程度以下の被削材の場合が多い。すなわち、立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体切削工具の切刃の形状やその面粗さを改良することにより、優れた仕上げ面粗さと高い加工寸法精度を実現しようとするものである。なお  $R_z$  は、JIS の B0601「表面粗さ一定義及び表示」に規定されている 10 点平均粗さのことである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による、刃先処理

された切刃を有する旋削加工用多結晶硬質焼結体スローアウェイチップは、切刃が立方晶窒化硼素を 20 容量% 以上含有する多結晶硬質焼結体からなり、切刃稜線部の断面曲率半径が  $5\mu\text{m}$  以上、 $30\mu\text{m}$  以下であり、工具逃げ面と、工具すくい面又はネガランド面が上記の断面曲率半径でなめらかにつながり、切刃稜線部の表面粗さが十点平均粗さ ( $R_z$ ) で  $0.1\mu\text{m}$  以上、 $1.0\mu\text{m}$  以下である。

【0008】さらに図 5 に示すように、多結晶硬質焼結体のノーズ半径  $r$  の終端それぞれから、スローアウェイチップの側面に向い、そのノーズ半径  $r$  に接続される一対の直線切刃が、それぞれ  $0.2 \sim 0.6\text{mm}$  の範囲内の長さを有し、そのノーズ半径部を 2 等分する直線とその直線切れ刃それぞれとの成す角度が  $42^\circ \leq \theta_{10}$ 、 $\theta_{11} \leq 45^\circ$  である直線刃を備えることにより、直線切刃部分が被削面をさらえることになり、被削材の仕上げ面の面粗度をより向上させることになる。なお、ここにおいて  $\theta_{10}$  と  $\theta_{11}$  は等しい。このような構成とすることにより、被削材を高精度に加工することが出来る。

【0009】本発明の別の特徴は、前記工具すくい面、またはネガランド面の表面粗さが十点平均粗さ ( $R_z$ ) で  $0.1\mu\text{m}$  以上、 $0.5\mu\text{m}$  以下である。このような構成とすることにより、使用中に切刃稜線部が摩耗して後退しても切刃稜線部の表面粗さを小さく保てるので、長寿命のスローアウェイチップを提供することが出来る。

【0010】また別の特徴は、前記工具逃げ面と工具すくい面、または工具逃げ面とネガランド面とのなす工具刃先くさび角が、 $65^\circ$  以上、 $125^\circ$  以下である。このような角度にすることで、経済的にスローアウェイチップの刃先処理をすることが出来る。

【0011】更に別の特徴は、前記多結晶硬質焼結体が、立方晶窒化硼素を 20 容量% 以上含有し、その平均粒子径が  $0.01\mu\text{m}$  以上、 $5\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。このような構成とすることにより、経済的にスローアウェイチップの刃先処理をすることが出来る。

【0012】更に別の特徴は、多結晶硬質焼結体が超硬合金製の工具母材に接合されていることである。高精度の加工をするためには、多結晶硬質焼結体が剛性の高い工具母材に接合されていなければならないからである。

【0013】さらに別の特徴は、化学的蒸着または物理的蒸着により表面に被覆層が形成されていることである。これにより切刃稜線部の摩耗が減少し被削材仕上げ面の面粗度の向上、スローアウェイチップの長寿命化を図ることが出来る。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明のスローアウェイチップの例を、図 1 に示す。多結晶硬質焼結体 11 は、超硬合金基体 3 と一体化された 2 層構造をなし、これが超硬合金製の工具母材 1 の角部にろうづけされて切削工具とな

る。スローアウェイチップは、例えば取り付け穴 2 を用いてホルダー（図示省略）に装着される。切削工具には、使用される形態によって図 1 に示すスローアウェイチップや、ホルダーに直接ろうづけされたバイトなどがある。本発明は、これら切削工具の切削性能に関する最も重要な部分である切刃稜線部の構造に関するものである。

【0015】本発明者は高精度に切削加工が行える、立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体切削工具の研究を鋭意行ってきた。その結果を、図 2、図 3 を用いて説明する。図 2、図 3 は本発明による、スローアウェイチップを図 1 の切刃を構成する線 16 に垂直な面で切ったときの断面を拡大した図である。図 2 は、ネガランド面 14 を有するスローアウェイチップの拡大断面図である。11 は多結晶硬質焼結体を示し、12 は工具逃げ面、13 は工具すくい面、15 は切刃稜線部をそれぞれ示す。

【0016】切刃稜線部 15 は、断面曲率半径  $R$  でネガランド面 14、又は工具すくい面 13 と工具逃げ面 12 とそれぞれなめらかにつながっている。なおここでなめらかにつながるとは、連続的につながること、言い換えると角のないことを言う。切削時の基準となる水平線とネガランド面または工具すくい面とのなす角  $\theta_1$  は工具すくい角、垂直線と工具逃げ面とのなす角  $\theta_2$  は工具逃げ角を示す。図 2 の場合はすくい角  $\theta_1$  がマイナスであり、図 3 の場合はすくい角がプラス方向で、ネガランド面がない。 $\theta_3$  は、工具逃げ面と工具すくい面などのなす角で工具刃先くさび角を示す。

【0017】切刃稜線部 15 は、工具逃げ面 12 と工具すくい面 13、または工具逃げ面 12 とネガランド面 14 が交差する部分に形成される。本発明者は、切刃稜線部 15 の断面曲率半径  $R$  と、その稜線部の表面粗さが重要であることを見いだした。すなわち、切刃稜線部が  $5 \sim 30\mu\text{m}$  の範囲内の断面曲率半径を有する曲線により形成され、その曲線が工具逃げ面 12、工具すくい面 13、ネガランド面 14 などとなめらかにつながっていることが重要である。そしてその切刃稜線部の表面粗さが十点平均粗さ ( $R_z$ ) で  $0.1 \sim 1\mu\text{m}$  の範囲内にすることにより、優れた仕上げ面粗さが実現でき、高精度な加工が行えることを見いだした。

【0018】従来、立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体切削工具は、含有するダイヤモンド粒度が #600 程度のダイヤモンド砥石を用いて、すくい面と逃げ面を研削加工して刃付けされてきた。こうして作製される該焼結体切削工具の切刃稜線部は、部分的に大きく切刃稜線部が欠落するなど凹凸が激しいことがわかった。

【0019】焼入鋼など高硬度材を立方晶窒化硼素焼結体切削工具で切削する場合、切刃稜線部の形状は被加工面に転写されやすい。このため高硬度材を優れた仕上げ面粗さに加工する場合には、切刃稜線部で立方晶窒化硼

素焼結体の欠落の少ない、なめらかで且つ小さな表面粗さを有する切削工具が必要であった。また切削抵抗が高い場合には、被削材表面にいわゆるびびり等が起りやすい。従って、本発明の課題を解決するためには、第1に上記の切刃稜線部の表面粗さを小さくして且つなめらかにすることであり、第2には切削抵抗を下げるのが重要課題と発明者は考えた。

【0020】単に表面粗さの小さい切刃稜線部を有する切削工具は、ダイヤモンド粒度が#3,000~#14,000程度の細い粒子を有するダイヤモンド砥石により、時間と労力をかけて切刃を形成することができた。しかしながら工具すくい面、工具逃げ面などと切刃稜線部をなめらかにつなぐことは困難であった。

【0021】本発明の多結晶硬質焼結体スローアウェイチップは、ダイヤモンド粒度が#600~#3,000程度のダイヤモンド砥石を用いて工具逃げ面と工具すくい面を研磨して刃付けする。次に、#1,500~#3,000程度の粒子径を有するダイヤモンド遊離砥粒を回転ブラシに塗布して、刃付けされた近辺を研磨加工する事によって得ることが出来た。すなわち刃先稜線部の表面粗さが小さくなめらかで、かつ刃先稜線部が工具すくい面、工具逃げ面となめらかにつながっている切削工具を得ることができた。なめらかにつながることによって、切りくずを円滑に排出できる。

【0022】次に、切削抵抗を下げるために、断面曲率半径Rを小さくすることを検討した。この過程で断面曲率半径が小さすぎると、目標とする表面粗さを得ることが工業的に出来ないことが明らかになった。欠落部の凹みを、小さい断面曲率半径ではなめらかに出来ないためである。そこで前記した、研磨方法で各種の断面曲率半径の試料を作成し、調べた。その結果、断面曲率半径Rが5~30 $\mu$ mの範囲のとき、切削抵抗の小さい切削工具を得ることができた。開発に当たり、断面曲率半径としては、5 $\mu$ mよりかなり小さくなければならないと考えていたが、意外にも5 $\mu$ m以上の方が表面粗さが良くなることを見出した。

【0023】上記したように刃付け研磨の後に、遊離砥粒により脱落部をなくすための研磨加工をして本発明の面粗さを得るためには、切刃稜線部の断面曲率半径は5 $\mu$ m以上であることが好ましい。また、切刃稜線部の断面曲率半径が30 $\mu$ mを越える場合には、実質的工具すくい角が負の方向に大きくなるために、切削抵抗が増加し加工中の切れ味が低下することになる。特に高硬度材料を高精度に加工する場合には、背分力が高くこの変動量が大きいために、高い加工寸法精度を得ることは難しくなる。このため、切刃稜線部の断面曲率半径は5~30 $\mu$ mの範囲であることが好ましい。

【0024】一方、従来行われてきた研削加工による高硬度材の加工では、仕上げられる加工面の表面粗さは十点平均粗さ(Rz)で1.6 $\mu$ m以下程度であり、これ

が本発明の目指すところである。これを達成するためには、該切削工具の切刃稜線部の表面粗さは十点平均粗さ(R)で1.0 $\mu$ m以下であることが好ましい。また、切刃稜線部の表面粗さを0.1 $\mu$ m未満に仕上げるためには、多大の労力が必要であり経済性の観点からは好ましくないことから、切刃稜線部の表面粗さは十点平均粗さ(Rz)で0.1 $\mu$ m以上、1.0 $\mu$ m以下の範囲内であることが好ましい。

【0025】さらにこれらに加え図5に示すように、多結晶硬質焼結体のノーズ半径rの終端それぞれから、スローアウェイチップの側面に向い、そのノーズ半径rに接続される一対の直線切刃LおよびL'が、それぞれ0.2~0.6mmの範囲内の長さを有し、そのノーズ半径部を2等分する直線と直線切れ刃LおよびL'との成す角度が $42^{\circ} \leq \theta_{10}$ 、 $\theta_{11} \leq 45^{\circ}$ である場合、旋削加工においてこの直線切れ刃部分が被削面をさらえるように仕上げるために、著しく仕上げ面粗さを向上させることになる。言うまでもなく $\theta_{10}$ と $\theta_{11}$ は等しい。

【0026】ここで、直線切刃の長さが0.2mm未満の場合、被削面をさらえる効果が小さく、逆に0.6mmを越える場合には被削面との接触部分が増すため切削抵抗が大きくなり、加工精度を確保することが困難となる。以上のことを考慮して直線切刃の長さは0.2~0.6(mm)の範囲内とする。また、加工精度と仕上げ面粗さのバランスを考慮した場合には、0.3~0.5(mm)の範囲内であることがより好ましい。

【0027】同様に、ノーズ半径部を2等分する直線と直線切れ刃LおよびL'との成す角度が $42^{\circ}$ 未満の場合には被削面をさらえる効果が少なくなる。これに対して、 $45^{\circ}$ を越える場合には、被削面との接触部分が増すため切削抵抗が大きくなり、加工精度を確保することが困難となる。以上のことを考慮して、ノーズ半径部を2等分する直線と直線切れ刃LおよびL'の成す角度が $42^{\circ} \leq \theta_{10}$ 、 $\theta_{11} \leq 45^{\circ}$ とする。また、加工精度と仕上げ面粗さのバランスを考慮した場合には、 $43.5^{\circ} \leq \theta_{10}$ 、 $\theta_{11} \leq 45^{\circ}$ であることが、より好ましい。

【0028】また、加工の継続と共に工具切刃は摩耗するため切刃稜線部は後退するが、新たに形成される切刃稜線部は摩耗した工具逃げ面と、工具すくい面またはネガランド面から形成されることになる。このため、継続加工中も優れた面粗さを維持するためには、工具すくい面またはネガランド面の表面粗さが小さいことが必要となる。切刃稜線部に必要な表面粗さが1.0 $\mu$ m以下であり、使用により表面粗さが悪くなることを考慮した場合、工具すくい面、またはネガランド面の表面粗さは十点平均粗さ(Rz)で0.1~0.5 $\mu$ mの範囲内であることが好ましい。

【0029】一方、高硬度材料を加工するためには、工具材料にも高い硬度が要求される。このため、多結晶硬

質焼結体中の立方晶窒化硼素の含有量は、20容量%以上、95容量%以下であることが必要である。また、硬度の点を考慮した場合、単結晶の立方晶窒化硼素もこのような加工用途における工具材料として考えられる。しかし、単結晶の場合劈開に起因する欠けが発生しやすいなどの問題があるために、このような高硬度材料の加工用途においては、劈開しにくい多結晶の立方晶窒化硼素焼結体を用いる方が好ましい。

【0030】また、工具逃げ面と工具すくい面、または工具逃げ面とネガランド面のなす工具刃先くさび角 $\theta_3$ が $65^\circ$ 未満の場合、工具刃先くさび角が小さいために、高硬度材の切削初期に欠けが発生しやすくなる。一方、前記断面交差角度が $125^\circ$ を超える場合には、切削抵抗の増加が顕著に現れるために、所望の仕上げ面粗さは得られるものの、要求する加工寸法精度は得られなくなる。このため、工具逃げ面と工具すくい面、または工具逃げ面とネガランド面のなす工具刃先くさび角は、 $65^\circ \sim 125^\circ$ の範囲であることが好ましい。

【0031】さらに、切刃稜線部の粗さが $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲内となるためには、含有する多結晶立方晶窒化硼素焼結体の平均粒子径は $5 \mu\text{m}$ 以下、望ましくは $1 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、含有する立方晶窒化硼素の平均粒子径が $0.01 \mu\text{m}$ 未満である場合、焼結体中にこのような微粒子の凝集部分が発生しやすく、これに起因して刃先の欠けが発生しやすくなる。このため、多結晶立方晶窒化硼素焼結体の平均粒子径は $0.01 \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。また、硬質焼結体を接合している工具母材は、超硬合金、鋼材料等が考えられるが、高硬度材料を高精度に加工するためには、工具母材にも高い剛性が望まれる。このため、工具母材としては超硬合金が最も好適である。

【0032】また、さらなる仕上げ面粗さの向上、および工具の長寿命化を図るため化学的蒸着及び物理的蒸着により多結晶硬質焼結体の表面に被覆層を形成させることにより、工具の摩耗が減少し優れた仕上げ面粗さを長時間維持することが可能となるために好ましい。

【0033】

【実施例】本発明に係わるスローアウェイチップの実施

例を、以下に説明する。

（実施例1）立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体工具の切刃稜線部の断面曲率半径と切刃稜線部の粗さが、被削材の仕上げ面粗さと加工精度に及ぼす影響を調べた。準備された種々の立方晶窒化硼素を含有する多結晶焼結体スローアウェイチップの例を表1に示す。なお、工具刃先くさび角はいずれも $83^\circ$ であった。

【0034】表1におけるスローアウェイチップは、 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ の平均粒子径を有する立方晶窒化硼素を50容量%含有する多結晶硬質焼結体11が、図1に示すようにコーナー部にろうづけされている。#1, 000ダイヤモンド砥石により刃付け研磨が行われた。この後、回転運動を行うブラシ表面に、 $5 \sim 8 \mu\text{m}$ の粒子径（#2, 000相当）のダイヤモンド遊離砥粒を塗布し、これをスローアウェイチップすくい面から押し当てることにより、工具切刃稜線部にホーニング加工が行われた。切刃稜線部の断面から見て、工具逃げ面とネガランド面とは滑らかにつながっていた。そして、加工時間を変えることにより、切刃稜線部の断面曲率半径を種々変化させて試料の作製を行った。

【0035】切刃稜線部の断面曲率半径は、コントレーサーを用いて測定した。コントレーサーの測定原理は表面粗さ計と同じで、測定縦倍率と横倍率を同じにして得られた曲線の曲率を測定する。また図4に示すように切削工具1をVブロック23上で $45^\circ$ 方向に傾斜させ、各試料の切刃稜線部の粗さを測定した。ナイフエッジ状端子22を切削工具の切刃稜線部15の方向に沿って、下記の条件にて切刃稜線部15の粗さの測定が行われた。

測定子形状：ナイフエッジ状端子

測定長さ：1mm

測定送り速度： $0.03 \text{ mm/sec}$

カットオフ長さ： $0.08 \text{ mm}$

測定縦倍率：20,000倍

測定横倍率：100倍

【0036】

【表1】

	試料番号	断面曲率半径	切刃稜線部の表面粗さ R <sub>z</sub>
比較例	1A	1 ( $\mu\text{m}$ )	5.21 ( $\mu\text{m}$ )
本発明品	1B	5 ( $\mu\text{m}$ )	0.98 ( $\mu\text{m}$ )
	1C	15 ( $\mu\text{m}$ )	0.87 ( $\mu\text{m}$ )
	1D	30 ( $\mu\text{m}$ )	0.65 ( $\mu\text{m}$ )
比較例	1E	40 ( $\mu\text{m}$ )	0.56 ( $\mu\text{m}$ )

【0037】この結果、切刃稜線部の断面曲率半径の小さい試料1Aは工具すくい面、あるいは工具逃げ面加工時に切刃稜線部に発生したチップングを、ホーニングにより取り去ることができず、これが原因で表面粗さが大きいことが明らかとなった。これら5つの試料について、下に示す条件にて切削試験をした。

【0038】被削材と切削条件を以下に示す。

被削材：円筒形状の浸炭焼入材（SCM415）

内径10mmのものの内径切削

被削材硬度：HRC62

被削材の周表面速度：100（m/min）

工具の切り込み深さ：0.05（mm）

工具の送り速さ：0.03（mm/rev）

切削時間：5（min）

加工方法：内径ボーリング加工

被削材要求仕上げ面粗さ： $R_z = 1.6$ （ $\mu\text{m}$ ）以下

要求真円度：3 $\mu\text{m}$ 以下

【0039】切削試験後の表面粗さと真円度の結果を表＊

	試料番号	被削材内径面の表面粗さ $R_z$	真円度
比較例	1A	2.12（ $\mu\text{m}$ ）	0.9（ $\mu\text{m}$ ）
本発明品	1B	1.55（ $\mu\text{m}$ ）	1.1（ $\mu\text{m}$ ）
	1C	1.52（ $\mu\text{m}$ ）	1.5（ $\mu\text{m}$ ）
	1D	1.30（ $\mu\text{m}$ ）	2.5（ $\mu\text{m}$ ）
比較例	1E	1.25（ $\mu\text{m}$ ）	3.2（ $\mu\text{m}$ ）

【0042】（実施例2）立方晶窒化硼素を含有する多結晶焼結体工具のすくい面粗さと刃先稜線部の粗さが、被削材の仕上げ面粗さに及ぼす影響を調べた。準備された工具刃先くさび角 $115^\circ$ の種々の立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体スローアウェイチップの例を表3に示す。

【0043】表3におけるスローアウェイチップは、1～3 $\mu\text{m}$ の平均粒子径を有する立方晶窒化硼素を65容量%含有する多結晶硬質焼結体が、ろうづけにより超硬合金製の工具母材のコーナーに接合されている。＃1,200のダイヤモンド砥石により刃付け研摩した。

【0044】この後、試料2Aは、＃800相当のダイヤモンド砥粒が埋め込まれたワイヤーブラシを、回転させながら刃先に押し当てることにより、切刃稜線部にホーニング加工が行われた。一方、試料2Bは回転運動を行うブラシ表面に、8～16 $\mu\text{m}$ の粒子径（＃1,500相当）のダイヤモンド遊離砥粒を塗布し、スローアウェイチップのすくい面側から押し当てることにより、切刃稜線部にホーニング加工が行われた。また試料2C

＊2に示す。切刃稜線部の断面曲率半径が小さい試料1Aは、切削抵抗が小さく真円度は優れるものの、切刃稜線部の粗さが大きいために転写される仕上げ面粗さが大きく、所望の仕上げ面粗さを得ることができなかった。一方、切刃稜線部の断面曲率半径が大きい試料1Eは、切刃稜線部の表面粗さは小さく転写される仕上げ面粗さは優れるものの、切削抵抗が大きいためにこの変動が大きく、所望の真円度を得ることができなかった。

【0040】これに対して本特許請求の範囲内である試料1B～1Dは、切刃稜線部の表面粗さが小さいために、これにより優れた仕上げ面粗さを得られることが明らかとなった。加えて切刃稜線部の断面曲率半径が小さいために切削抵抗の増加が抑制されて、真円度も要求される精度内の加工が行え、高精度な加工ができることが明らかとなった。

【0041】

【表2】

30 は、2Bと同様の方法により、ブラシ表面に5～8 $\mu\text{m}$ の粒子径（＃2,000相当）のダイヤモンド遊離砥粒を塗布する事によりホーニング加工が行われた。また、切刃稜線部の断面から見て、工具逃げ面とネガランド面とは滑らかにつながっていた。

【0045】この後、実施例1と同様の方法により、各試料の切刃稜線部の粗さが測定された。また、すくい面の表面粗さは、図4の場合と異なり、針状の端子を用いた。測定の条件を、以下に示す。なお、工具すくい面の測定はすくい面が研摩加工された方向と直角をなす方向に触針を走査して、粗さの測定が実施された。

測定子形状：ナイフエッジ状端子、針状端子

測定長さ：1mm

測定子送り速度：0.03mm/sec

カットオフ長さ：0.08mm

測定縦倍率：20,000倍

測定横倍率：100倍

【0046】

【表3】

	試料番号	断面曲率半径	工具すくい面粗さ R <sub>z</sub>	刃先稜線部の粗さ R <sub>z</sub>
比較例	2A	14 (μm)	0.72 (μm)	1.23 (μm)
本発明	2B	14 (μm)	0.36 (μm)	0.51 (μm)
	2C	14 (μm)	0.25 (μm)	0.44 (μm)

【0047】この結果、比較的粗い粒度のダイヤモンドワイヤーブラシによって、刃先にホーニング加工がなされた試料2Aは、工具すくい面や工具逃げ面の粗さを改善する効果が低く、これら2面により形成された切刃稜線部の表面粗さは大きい値であることが明らかとなった。これら3つの試料について、次に示す条件で切削試験を実施した。

【0048】被削材と切削条件を以下に示す。

被削材：軸受鋼（SUJ2）で外周直径100mmの丸棒

被削材硬度：Hrc63

10 \*被削材の周表面速度：120 (m/min)

工具の切り込み深さ：0.04 (mm)

工具の送り速さ：0.02 (mm/rev)

切削時間：15 (min)

加工方法：外径旋削

被削材要求仕上げ面粗さ：R<sub>z</sub>=1.0 (μm) 以下  
切削試験における初期と15分加工後の表面粗さの結果を表4に示す。

【0049】

【表4】

\*20

	試料番号	切削初期の被削材の表面粗さ R <sub>z</sub>	15分加工後の被削材の表面粗さ R <sub>z</sub>
比較例	2A	1.38 (μm)	2.15 (μm)
本発明	2B	0.64 (μm)	0.99 (μm)
	2C	0.53 (μm)	0.78 (μm)

【0050】その結果試料2Aは、切刃稜線部の粗さが大きくこれが被削材表面に転写されるために、切削初期の段階から要求の表面粗さを得ることができなかった。これに対して切刃稜線部の粗さの小さい試料2B、2Cは、切削初期から優れた仕上げ面が得られ、要求の表面粗さを確保することができた。

【0051】特に工具すくい面粗さの小さい試料2Cは、切削加工の進行と共に工具刃先が摩耗し、切刃稜線部が後退しても、工具すくい面の粗さが小さいために、新たに創成される切刃稜線部の粗さは小さくなるため

30 に、安定して優れた仕上げ面粗さが得られることが明らかとなった。

【0052】（実施例3）立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体工具の立方晶窒化硼素の平均粒子径が、切刃稜線部の粗さと、被削材の仕上げ面粗さに及ぼす影響を調べた。準備された工具刃先くさび角は、108°で、種々の立方晶窒化硼素焼結体工具の例を表5に示す。

【0053】

【表5】



	試料番号	立方晶窒化硼素粒子の平均 粒子径	切刃稜線部の粗さ Rz
比較例	3 A	0.004 ( $\mu\text{m}$ )	欠け発生
本発明	3 B	0.01 ( $\mu\text{m}$ )	0.25 ( $\mu\text{m}$ )
	3 C	0.1 ( $\mu\text{m}$ )	0.28 ( $\mu\text{m}$ )
	3 D	1.0 ( $\mu\text{m}$ )	0.33 ( $\mu\text{m}$ )
	3 E	5.0 ( $\mu\text{m}$ )	0.60 ( $\mu\text{m}$ )
比較例	3 F	8.0 ( $\mu\text{m}$ )	1.65 ( $\mu\text{m}$ )

【0054】表5の切削工具は、バイトであって、断面形状が円形を有する $\phi 6\text{mm}$ の鋼製のシャンク先端部分に、表5に示す平均粒子径を有する立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体が接合されている。立方晶窒化硼素の含有率は、いずれも55容量%である。これをダイヤモンドの粒度が $\#1,000$ の砥石を用い、刃付け加工を行った。その後、実施例1と同様の手順により工具刃先にホーニング加工した結果が表5である。なお、このとき切刃稜線部の断面曲率半径半径は $20\mu\text{m}$ であった。また、切刃稜線部の断面から見て、工具逃げ面とネガランド面とは滑らかにつながっていた。

【0055】このうち、焼結体の粒度が非常に細かい試料3Aは、焼結体中に微粒子の凝集に起因する不均一な組織が存在するために、刃先強度が低く、刃先形成中に欠けが発生しやすかった。工具刃先に欠けの生じなかつ

\*た試料3B～3Fについて、下に示す条件にて切削試験を実施した。

【0056】被削材と、切削条件を以下に示す。

被削材：円筒形状のダイス鋼 (SKD11)

内径 $20\text{mm}$ の内径切削

被削材硬度：Hrc65

被削材の内径表面速度： $70(\text{m}/\text{min})$

工具の切り込み深さ： $0.05(\text{mm})$

工具の送り速さ： $0.03\text{mm}/\text{rev}$

切削距離： $2(\text{km})$

加工方法：内径ボーリング

要求仕上面粗さ： $Rz=1.6(\mu\text{m})$ 以下

得られた被削材の内径の表面粗さを表6に示す。

【0057】

【表6】

	試料番号	被削材内径仕上面の表面粗さ Rz
本発明	3 B	1.05 ( $\mu\text{m}$ )
	3 C	1.22 ( $\mu\text{m}$ )
	3 D	1.34 ( $\mu\text{m}$ )
	3 E	1.38 ( $\mu\text{m}$ )
比較例	3 F	1.78 ( $\mu\text{m}$ )

【0058】その結果、CBNの平均粒子径の大きい試料3Fは、切刃稜線部の粗さが大きいために、要求される被削材の仕上げ面粗さを確保する事ができなかった。これに対して、本件発明である試料3B～3Eは、切刃稜線部の粗さが小さいために、要求される仕上げ面粗さを安定して確保でき、高精度な加工が行えることが明らかとなった。

【0059】(実施例4) 立方晶窒化硼素焼結体工具の、工具逃げ面とネガランド面とのなす角である工具刃先くさび角が、被削材の加工精度と仕上げ面粗さに及ぼす影響を調べた。準備された種々の立方晶窒化硼素焼結体スローアウェイチップの例を表7に示す。

【0060】

【表7】

	試料番号	工具逃げ角	ネガランド角	工具刃先くさび角
比較例	4 A	30°	0°	60°
本発明	4 B	25°	0°	65°
	4 C	15°	0°	75°
	4 D	15°	15°	90°
	4 E	15°	30°	105°
	4 F	0°	15°	105°
	4 G	0°	25°	115°
	4 H	0°	35°	125°
比較例	4 I	0°	40°	130°

【0061】表7におけるスローアウェイチップのコーナ一部分には、1.2  $\mu\text{m}$ の平均粒子径を有する立方晶窒化硼素を70容量%含有する多結晶硬質焼結体が、ロウ付けにより超硬合金製の工具母材に接合されている。工具逃げ面とネガランド面との工具先端くさび角が種々に変えられている。これをダイヤモンド粒子径が#1,500のダイヤモンド砥石を用い、刃付け処理を行った後、実施例1と同様の手順により切刃稜線部の断面曲率半径が28  $\mu\text{m}$ である試料4A~4Iを得た。切刃稜線部の断面から見て、工具逃げ面とすくい面又はネガランド面とは滑らかにつながっていた。なお、この時の切刃稜線部の表面粗さは $R_z = 0.3 \sim 0.8 \mu\text{m}$ の範囲内であった。これら切削工具を用いて、次に示す条件にて切削試験した。

\* 30

\*【0062】

被削材：円筒形状の浸炭焼入材（SCM420）  
 内径15mmのものの内径切削  
 被削材硬度：HRC59  
 被削材の周表面速度：100（m/min）  
 工具の切り込み深さ：0.07（mm）  
 工具の送り速さ：0.06（mm/rev）  
 切削時間：5（min）  
 加工方法：内径ボーリング  
 加工要求仕上面粗さ： $R_z = 2 \mu\text{m}$ 以下  
 要求真円度：3  $\mu\text{m}$ 以下

【0063】

【表8】

	試料番号	被削材仕上面の表面粗さ	真円度
比較例	4 A	初期欠損	初期欠損
本発明	4 B	1.32（ $\mu\text{m}$ ）	1.1（ $\mu\text{m}$ ）
	4 C	1.21（ $\mu\text{m}$ ）	1.1（ $\mu\text{m}$ ）
	4 D	1.20（ $\mu\text{m}$ ）	1.2（ $\mu\text{m}$ ）
	4 E	1.18（ $\mu\text{m}$ ）	1.5（ $\mu\text{m}$ ）
	4 F	1.18（ $\mu\text{m}$ ）	1.6（ $\mu\text{m}$ ）
	4 G	1.09（ $\mu\text{m}$ ）	1.9（ $\mu\text{m}$ ）
	4 H	1.05（ $\mu\text{m}$ ）	2.5（ $\mu\text{m}$ ）
比較例	4 I	ビビリ発生	ビビリ発生

【0064】その結果表8から明らかなように、工具逃げ面とネガランド面とのなす工具刃先くさび角の小さい4Aは、刃先のくさび角が小さいために切削初期に欠損

が発生し、継続評価が不可能であった。一方、工具逃げ面とネガランド面との工具刃先くさび角の大きい4Iは、切削抵抗が高くこれの変動が大きいために、びびり

が発生し継続評価が不可能であった。これに対して、本発明品であるである4B~4Hは、切削抵抗が小さくこれの変動が小さいために、要求される真円度内の加工が行え、また優れた仕上げ面粗さで加工ができることが明らかとなった。

【0065】(実施例5)以下の実施例では、切削テストによる差異を明らかにするために、切削長さを実施例1から4の2倍以上としている。多結晶硬質焼結体のノーズ半径 $r$ の終端から、側面に形成されている一対の直線切刃の長さが被削面に及ぼす影響を調べた。立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体スローアウェイチップを、遊離砥粒によりホーニング加工して、実施例2の試料番号2Cと同じ試料を作成し、次に示す条件で切削試験を実施した。被削材と切削条件を以下に示す。

被削材：浸炭焼入れ鋼 (SCM415)

\*

\*直径50 (mm) 長手長さ100 (mm) の丸棒の外径切削

被削材硬度：HRC60

被削材の周表面速度：120 (m/min.)

工具の切り込み深さ：0.05 (mm)

工具の送り速さ：0.08 (mm/rev)

切削長さ：5 km

ホルダー型番：PCLNR2525-33

テストチップ形状：内接円の大きさが12.7 mmである、直線サラエ刃付きの略80° 菱形スローアウェイチップ

ノーズ半径部の2等分線と直線サラエ刃の成す角度：44.5度

【0066】

【表9】

試料番号	直線切刃の幅 L、L'	被削材外形の表面粗さ R <sub>z</sub>	真円度
5A	0 (mm)	2.04 (μm)	1.90 (μm)
5B	0.05 (mm)	1.97 (μm)	1.94 (μm)
5C	0.2 (mm)	1.80 (μm)	2.24 (μm)
5D	0.4 (mm)	1.69 (μm)	2.51 (μm)
5E	0.6 (mm)	1.53 (μm)	2.63 (μm)
5F	0.8 (mm)	1.48 (μm)	3.21 (μm)

【0067】この結果から直線切刃の幅が大きくなるにつれ、被削面をさらえる効果が大きいため表面粗さは向上している。しかし、直線切刃の幅が大きくなると切削抵抗が高くなることから真円度も大きくなる。このため、適度な真円度と表面粗さを形成できる、好ましい直線切刃の幅は0.2~0.6 (mm) の範囲内であることが明らかとなった。

【0068】(実施例6)多結晶硬質焼結体のノーズ半径部を2等分する直線と、ノーズ半径 $r$ の終端それぞれから、スローアウェイチップの側面に向い、そのノーズ半径 $r$ に接続される一対の直線切刃とにより形成される角度が、被削面に及ぼす影響を調べた。立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体スローアウェイチップをホーニング加工して実施例2の試料番号2Cを作製した。これらの試料について次に示す条件で切削試験した。

【0069】被削材と切削条件を以下に示す。

30

被削材：浸炭焼入れ鋼 (SCr420)

直径60 (mm) 長手長さ120 (mm) の丸棒の外径切削

被削材硬度：HRC60

被削材の周表面速度：100 (m/min.)

工具の切り込み深さ：0.06 (mm)

工具の送り速さ：0.07 (mm/rev)

切削長さ：4 km

ホルダー型番：PWCLNR2525-33

テストチップ形状：内接円の大きさが12.7 mmである、直線サラエ刃付き略60° 角形先端角80° スローアウェイチップ

直線サラエ刃の長さ：0.4 (mm)

【0070】

【表10】

試料番号	ノーズ半径部の2等分線と直線切刃との交差角度	被削材外形の表面粗さ Rz	真円度
10A	41.5 (度)	2.14 ( $\mu\text{m}$ )	2.04 ( $\mu\text{m}$ )
10B	42.0 (度)	1.99 ( $\mu\text{m}$ )	2.20 ( $\mu\text{m}$ )
10C	43.0 (度)	1.91 ( $\mu\text{m}$ )	2.35 ( $\mu\text{m}$ )
10D	44.0 (度)	1.73 ( $\mu\text{m}$ )	2.42 ( $\mu\text{m}$ )
10E	45.0 (度)	1.60 ( $\mu\text{m}$ )	2.55 ( $\mu\text{m}$ )
10F	45.5 (度)	1.48 ( $\mu\text{m}$ )	2.94 ( $\mu\text{m}$ )

【0071】この結果からノーズ半径部の2等分線と直線切刃との交差角度が大きくなるにつれ、被削面をさらえる効果が大きいため表面粗さは向上している。しかし、交差角度が大きくなると切削抵抗が高くなることから真円度も大きくなる。このため、適度な真円度と表面粗さを形成できる、好ましい交差角度の範囲は42.0～45.0 (度)の範囲内であることが明らかとなった。

【0072】(実施例7) 化学的蒸着及び物理的蒸着により多結晶硬質焼結体の表面に被覆層を形成させた場合\*

\*の影響を調べた。立方晶窒化硼素を含有する多結晶硬質焼結体スローアウェイチップを用いて実施例2の試料番号2Cを用いて以下の試料を作製した。11Aは被覆層なしのチップ、11BはPVD法により厚さ2 ( $\mu\text{m}$ )のTiNの被覆層を形成したチップ、11CはPVD法により厚さ2 ( $\mu\text{m}$ )のTiAlNの被覆層を形成したチップである。

【0073】

【表11】

試料番号	被覆層
11A	なし
11B	TiN
11C	TiAlN

これらの試料について次に示す条件で切削試験を実施した。被削材と切削条件を以下に示す。

被削材：浸炭焼入れ鋼 (SCM415)

被削材硬度：HRC58

被削材の周表面速度：70 (m/min.)

※工具の切り込み深さ：0.05 (mm)

工具の送り速さ：0.03 (m/min.)

切削長さ：5 km

【0074】切削試験における結果を表12に示す。

【表12】

試料番号	被覆層	被削材外形の表面粗さ Rz
11A	なし	2.04 ( $\mu\text{m}$ )
11B	TiN	1.27 ( $\mu\text{m}$ )
11C	TiAlN	1.55 ( $\mu\text{m}$ )

この結果より従来のノンコートチップよりもPVD法によってコーティングしたチップは切れ刃稜線部の摩耗の発達が小さいため、より優れた表面粗さを長時間維持で

きることが明らかとなった。

【0075】

【発明の効果】本発明のスローアウェイチップは、焼き

入れ鋼や鋳鉄などの材料を切削加工により高精度に加工することができた。すなわち、本発明のスローアウェイチップを用いることにより、被削材の表面粗さが $1.6\mu\text{m}$ 以下で且つ、真円度が $3\mu\text{m}$ 以下を達成することができた。従って、従来能率が良くない研削加工に依存していた工程を、切削加工に置き換えて加工能率を飛躍的に向上させることができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる切削工具の斜視図

【図 2】本発明に係わる切削工具の断面拡大図

【図 3】本発明に係わる切削工具の断面拡大図

【図 4】本発明に係わる切刃稜線部の粗さ測定方法を示す図

【図 5】本発明に係わる直線切刃 $L$ 、 $L'$ の説明図

【符号の説明】

- 1 工具母材
- 2 取り付け穴

3 超合金基体

11 多結晶硬質焼結体

12 工具逃げ面

13 工具すくい面

14 ネガランド面

15 切刃稜線部

16 線

21 触針

22 ナイフエッジ端子

10 23 Vブロック

R 断面曲率半径

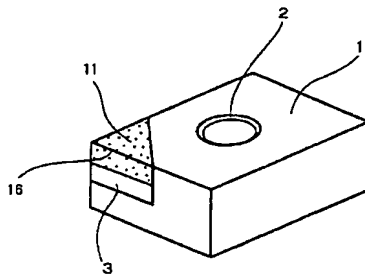
$\theta_1$  工具すくい角

$\theta_2$  工具逃げ角

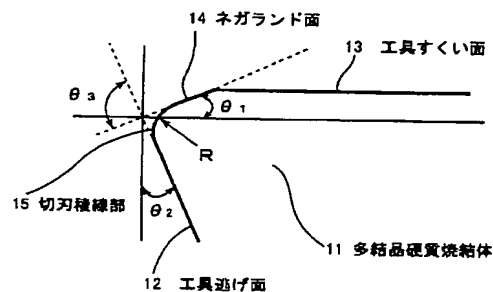
$\theta_3$  工具刃先くさび角

$\theta_{10}$ 、 $\theta_{11}$  ノーズ半径部の二等分線と直線切刃のなす角度

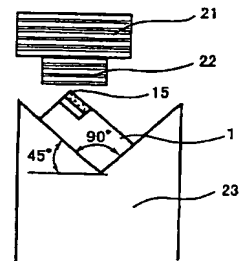
【図 1】



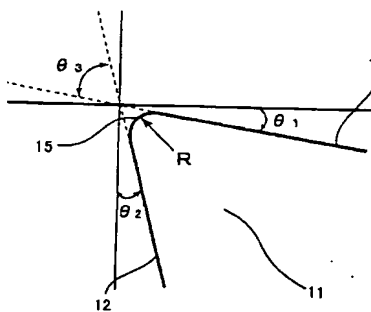
【図 2】



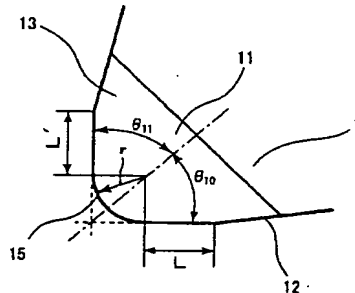
【図 4】



【図 3】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**